



E-Fuels: Nischenlösung für Pkw-Verkehr – hoher Bedarf in anderen Sektoren

24. November 2023

Autoren

Eric Heymann
+49 69 910-31730
eric.heymann@db.com

Julius Schumann

Editor

Stefan Schneider

Deutsche Bank AG
Deutsche Bank Research
Frankfurt am Main
Deutschland
E-Mail: marketing.dbr@db.com
Fax: +49 69 910-31877

www.dbresearch.de

DB Research Management
Stefan Schneider

Original in engl. Sprache: 9. November

Der potenzielle Einsatz von synthetischen Kraftstoffen (E-Fuels) im Verkehrssektor wird seit einigen Jahren kontrovers diskutiert. Befürworter und Gegner von E-Fuels haben jeweils Argumente auf ihrer Seite. Aus unserer Sicht spricht eine Abwägung dieser Argumente dafür, dass Regulierung a priori Technologieoffenheit zulassen sollte, damit der Hayek'sche „Wettbewerb als Entdeckungsverfahren“ überhaupt erst möglich ist.

E-Fuels können eine potenzielle Lösung für manche Anwendungen im Pkw-Verkehr sein, die von batterieelektrischen Autos (BEV) nicht (gut) abgedeckt werden. Sie könnten zur Minderung der CO₂-Emissionen von Neu- und Bestandsfahrzeugen beitragen. Die größten Herausforderungen für den Einsatz von E-Fuels liegen in der absoluten Verfügbarkeit, den heute noch hohen Kosten und dem geringen Wirkungsgrad.

Selbst wenn sich BEV in der EU schon bald im Massenmarkt durchsetzen sollten, ist der Bedarf von klimaverträglichen flüssigen Kraftstoffen in anderen Sektoren unbestritten. Dazu zählen die Luftfahrt oder die See- und Binnenschifffahrt. Darüber hinaus dürften auch im Schwerlastverkehr, bei vielen Baumaschinen, großem landwirtschaftlichen Gerät oder Militärfahrzeugen reine batterieelektrische Antriebe auf absehbare Zeit an Grenzen stoßen. Es ist daher sinnvoll, den technischen Fortschritt im Bereich E-Fuels zu unterstützen. Deutsche Firmen könnten ihre Expertise beispielsweise im Anlagenbau einbringen. Länder mit günstigen klimatischen Bedingungen für erneuerbare Energien könnten lokale Wertschöpfung generieren.



E-Fuels: Nischenlösung für Pkw-Verkehr – hoher Bedarf in anderen Sektoren

Der potenzielle Einsatz von synthetischen Kraftstoffen (E-Fuels) im Verkehrssektor wird seit einigen Jahren kontrovers diskutiert, so auch Anfang 2023. Im März sollte in Brüssel im Ministerrat final über die Neuregelung zu den CO₂-Grenzwerten für neue Pkw abgestimmt werden. Sie sieht vor, dass ab 2035 in der EU nur noch CO₂-emissionsfreie Autos und leichte Nutzfahrzeuge neu zugelassen werden dürfen. Dabei stuft die Regulierung batterieelektrische Pkw (BEV) als Null-Emissionsfahrzeuge ein, und zwar unabhängig von den CO₂-Emissionen der jeweiligen Stromerzeugung. Diese regulatorische Weichenstellung in Richtung E-Mobilität wurde in der öffentlichen Diskussion daher auch oft mit einem Verbot des Verbrennungsmotors gleichgesetzt. Nach dem aktuellen Stand der Gesetzgebung ist die Zulassung von Neuwagen nach 2035 lediglich dann erlaubt, wenn die Kraftstoffe entlang der gesamten Wertschöpfungskette 100% emissionsfrei sind. Es bleibt abzuwarten, wie diese 100%-Marke konkret definiert wird und ob und wie E-Fuels sie erreichen können.

Klimaverträgliche synthetische Kraftstoffe auf Basis von erneuerbaren Energien (E-Fuels) gehören zu den sogenannten PtX-Technologien (Power-to-X). Sie gelten als klimaneutral, da der Kohlenstoff für die Erzeugung aus der Atmosphäre entnommen wird. Sie gehen damit über die heute verfügbaren Biokraftstoffe der ersten Generation hinaus, die Benzin und Diesel zugemischt werden. In der Debatte im März setzte sich vor allem Deutschland dafür ein, dass E-Fuels neben reinen Elektroautos als Option auch nach 2035 erlaubt bleiben. Deutschland verwies u.a. auf Technologieoffenheit. Wie so oft bei energie- und klimapolitischen Themen wird die Debatte durchaus emotional geführt. Im Folgenden skizzieren wir das Für und Wider eines künftigen Einsatzes von E-Fuels im Pkw-Verkehr und darüber hinaus. Es zeigt sich, dass Befürworter und Gegner von E-Fuels jeweils Argumente auf ihrer Seite haben. Aus unserer Sicht spricht eine Abwägung der Argumente dafür, dass Regulierung a priori Technologieoffenheit zulassen sollte, damit der Hayek'sche „Wettbewerb als Entdeckungsverfahren“ überhaupt erst möglich ist.

E-Fuels könnten Nachteile von batterieelektrischen Autos ausgleichen

Werfen wir einen Blick auf die (potenziellen) Vorteile der Nutzung von E-Fuels in Pkw und leichten Nutzfahrzeugen. Sie resultieren zum Teil aus den (heutigen) Schwächen von BEV. So könnten mit synthetischen Kraftstoffen ähnlich lange Strecken zurückgelegt werden wie mit Benzinern oder Diesel-Pkw. Auch der Tankvorgang dauerte nur wenige Minuten. Ein besonderer Vorteil von E-Fuels läge darin, dass bei Autos mit Verbrennungsmotor große Lasten über längere Strecken transportiert oder gezogen werden könnten. Dies ist vor allem bei leichten Nutzfahrzeugen relevant, die mit umfangreicher Zuladung bisweilen mehrere hundert Kilometer pro Tag zurücklegen. In Deutschland gibt es laut Kraftfahrt-Bundesamt mehr als 3,1 Mio. Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 3,5 Tonnen – wahrlich kein Nischenmarkt. Man denke auch an Wohnwagen für Urlaubsfahrten, die heute ganz überwiegend von Autos mit Verbrennungsmotor gezogen werden; von ihnen gibt es in Deutschland knapp 757.000 im Bestand.

Mit E-Fuels könnten ferner die aktuelle Tankstelleninfrastruktur sowie sonstige Einrichtungen für den Transport und die Lagerung von flüssigen Kraftstoffen weiter genutzt werden. Zudem könnten E-Fuels auch von Autos mit Verbrennungsmotor im Bestand genutzt werden, sodass die CO₂-Emissionen der aktuellen Fahrzeugflotte gesenkt würden. Dies könnte schrittweise erfolgen, indem E-Fuels, wie heute Biokraftstoffe, den fossilen Kraftstoffen beigemischt werden.



E-Fuels: Nischenlösung für Pkw-Verkehr – hoher Bedarf in anderen Sektoren

Bedarf an E-Fuels in einigen Sektoren unbestritten

Unabhängig von der Frage, ob und in welchem Umfang E-Fuels künftig im Pkw-Bereich eingesetzt werden sollen oder können, ist es heute unbestritten, dass für viele Anwendungen im Verkehrsbereich synthetische Kraftstoffe für eine klimaverträgliche Energieversorgung benötigt werden. Dies gilt überall dort, wo eine direkte Elektrifizierung technologisch nicht möglich oder unwirtschaftlich ist. Dazu zählt die Luftfahrt, die an der Entwicklung von sogenannten „Sustainable Aviation Fuels“ forscht, oder die See- und Binnenschifffahrt. Darüber hinaus dürften auch im Schwerlastverkehr, bei vielen Baumaschinen, großem landwirtschaftlichen Gerät oder Militärfahrzeugen reine batterieelektrische Antriebe auf absehbare Zeit an Grenzen stoßen. Im Klartext: Synthetische Kraftstoffe auf Basis von erneuerbaren Energien werden für einen klimaverträglichen Verkehrssektor in jedem Fall benötigt. Dies spricht dafür, in diesem Bereich den technischen Fortschritt zu fördern. Es muss erkundet werden, mit welchen Verfahren und in welchen Ländern E-Fuels kostengünstig und in großen Mengen hergestellt werden könnten. Denn ein weiterer Vorteil von E-Fuels läge darin, dass sie einfach und kostengünstig transportiert werden könnten. Deutsche Firmen könnten ihre Expertise beispielsweise im Anlagenbau einbringen. Länder mit günstigen klimatischen Bedingungen für erneuerbare Energien könnten lokale Wertschöpfung generieren – eine internationale Win-win-Situation.¹

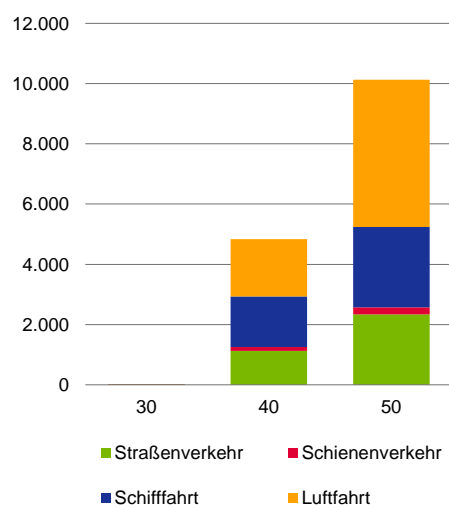
Verfügbarkeitsproblem entscheidend – technische und wirtschaftliche Fragen noch unbeantwortet

Den (potenziellen) Vorteilen von E-Fuels steht eine Reihe von wirtschaftlichen und technischen Problemen gegenüber. Aus ökonomischer Sicht ist die Verfügbarkeit von E-Fuels der Knackpunkt. Allein die zu erwartende Nachfrage aus den schwer zu elektrifizierenden Sektoren (neben der Luft- und Schifffahrt auch Industriebranchen wie die Chemieindustrie oder Metallherzeugung) nach synthetischen Kraftstoffen (inklusive grünem Wasserstoff) übersteigt das Angebot vorerst um ein Vielfaches.² Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Strom aus erneuerbaren Energien nicht mehr für die direkte Nutzung in anderen Bereichen (Wärmepumpen, E-Mobilität, elektrifizierte Industrieprozesse etc.) verwendet werden kann, wenn er für die Herstellung von E-Fuels genutzt wird. Da der Stromverbrauch insgesamt steigen dürfte, wird diese Konkurrenzsituation nicht leicht zu lösen sein. Hinzu kommt, dass die Anlagen zur Erzeugung von E-Fuels idealerweise rund um die Uhr laufen müssten, um Skaleneffekte zu erzielen. Dies ist auf Basis wetterabhängiger erneuerbarer Energien aber kaum darstellbar. Insgesamt ist die Deckung einer breiten Nachfrage aus dem Individualverkehr (Pkw) aus heutiger Perspektive nicht sehr realistisch.

Zu nennen sind ferner die hohen Kosten von E-Fuels. Aktuelle Produktionskosten sind wegen der geringen Mengen und dem frühen Entwicklungsstand der Technologie nur eingeschränkt aussagekräftig. Die Spanne zu den Vorhersagen für künftige Kosten ist in der Literatur entsprechend groß. Die eFuel Alliance rechnet in einem optimistischen Szenario mit Produktionskosten von weniger als 1 Euro pro Liter³ im Jahr 2030. Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) wiederum prognostiziert mittelfristig Produktionskosten von etwa 2 Euro pro Liter². Die Schätzungen sind exklusive Steuern und Abgaben und liegen damit jeweils um ca. 200% bzw. 400% über den aktuellen Produktionskosten von Benzin. Langfristig erwarten die beiden Quellen einen Rückgang der

Luft- und Schifffahrt treiben globale Nachfrage nach E-Fuels

Erwartete globale Nachfrage nach E-Fuels, TWh (thermisch)



Quelle: dena

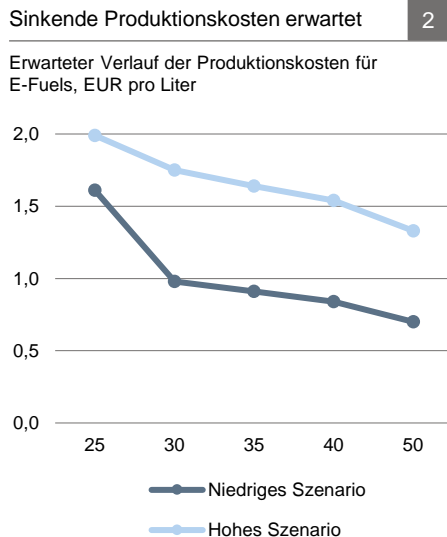
¹ Siehe IW Köln und Frontier Economics (2018). Synthetische Energieträger – Perspektiven für die deutsche Wirtschaft und den internationalen Handel.

² Vgl. PIK (2023). E-Fuels - Aktueller Stand und Projektionen.

³ Vgl. eFuel Alliance (2023). Costs and Outlook.



E-Fuels: Nischenlösung für Pkw-Verkehr – hoher Bedarf in anderen Sektoren



Produktionskosten auf 70 Cent pro Liter (eFuel Alliance) bzw. 1 Euro pro Liter (PIK). Gleichwohl gibt es große Unsicherheiten über den zeitlichen Verlauf der Kostensenkungen.

Ein wesentliches Problem aus technologischer Perspektive – und ein Grund für die hohen Kosten – liegt im geringen Wirkungsgrad von E-Fuels. Aktuell kommen lediglich ca. 12% des erneuerbaren Stroms, der für die Erzeugung von E-Fuels eingesetzt wurde, tatsächlich am Antriebsstrang eines Pkw an. Bei BEV liegt der Wirkungsgrad von erneuerbarem Strom dagegen bei 86%.⁴ Es besteht allerdings Grund zur Hoffnung, dass der Wirkungsgrad beim Einsatz von E-Fuels durch technischen Fortschritt gesteigert werden kann. Das Karlsruhe Institut für Technologie (KIT) hält es für möglich, dass 60% des eingesetzten Stroms im synthetischen Kraftstoff gespeichert werden kann.⁵ Allerdings wird der Einsatz von E-Fuels in einem Verbrennungsmotor auch künftig mit großen Wandlungsverlusten einhergehen; das ist der eigentlich ineffiziente Teil des Prozesses.

Eine weitere technologische Herausforderung liegt in der Bereitstellung der beiden für die Produktion von E-Fuels benötigten Ausgangsstoffe: Wasserstoff und Kohlenstoff. Wasser ist gerade in sonnenreichen Gegenden, wo es gute Bedingungen für Fotovoltaik gibt, häufig eine knappe Ressource. Meerwasserentsalzungsanlagen sind ein Hoffnungsträger zur Lösung dieses Problems, wenn gleich klar ist, dass deren Energieverbrauch hoch ist und umweltschädliche Nebenprodukte anfallen. Kohlenstoff kann mittels der sogenannten Direct-Air-Capture-Methode (DAC) aus der Atmosphäre gewonnen werden. Nicht zuletzt wegen des geringen CO₂-Anteils in der Atmosphäre ist jedoch auch dieser Prozess mit einem erheblichen Energieverbrauch und Kosten verbunden.

Batterie und E-Fuels: Komplement statt Substitut

Vergleicht man die Vor- und Nachteile von E-Fuels und batterieelektrischen Antrieben, kann man zu dem Schluss kommen, dass sich die beiden Technologien eher ergänzen können, als dass sie konkurrierende Antriebsformen bzw. Energieträger sind. Voraussichtlich wird man zwar große Teile des alltäglichen Pkw-Verkehrs – rein technologisch – mit BEV bewerkstelligen können. Bei Fahrzeugen mit hoher Zuladung oder Pkw, die regelmäßig große Lasten ziehen müssen, könnten batterieelektrische Antriebe jedoch an technologische und wirtschaftliche Grenzen stoßen oder von den Kunden nicht akzeptiert werden. Wie bereits erwähnt, wird kaum bezweifelt, dass in der Luft- und Schifffahrt, ggf. im Schwerlastverkehr, bei großen Baumaschinen, landwirtschaftlichen Fahrzeugen oder schwerem militärischen Gerät noch für lange Zeit flüssige Kraftstoffe mit hoher Energiedichte eine Rolle spielen werden. In diesen schwer zu elektrifizierenden Bereichen könnten E-Fuels sowohl als Ersatz für fossile Kraftstoffe als auch durch Beimischung dazu beitragen, die CO₂-Emissionen zu senken.

Für den Automobilbereich bieten E-Fuels das Potenzial, eine Nische abzudecken. Die Option sollte – gerade auch im Sinne der politisch oftmals postulierten Technologieoffenheit – nicht a priori ausgeschlossen werden. Weder Autohersteller noch Zulieferer oder andere Akteure werden gezwungen, für den EU-Markt auf Autos mit Verbrennungsmotor oder E-Fuels zu setzen. Im Wettbewerb der Technologien können Unternehmen für sich entscheiden, welche Optionen sie weiterverfolgen und wo sie sich zurückziehen. Hinsichtlich der CO₂-Bilanz ist zudem festzuhalten, dass BEV in der EU noch viele Jahre nicht klimaneutral

⁴ Vgl. Dechema (2017). E-Fuels – Mehr als eine Option.

⁵ Vgl. Interview in Avenegy Suisse (2021). Alternative Treibstoffe – der lange Weg zum Ersatz der Fossilen. Seite 18. Auflage D 31 500/ F 11000.



E-Fuels: Nischenlösung für Pkw-Verkehr – hoher Bedarf in anderen Sektoren

unterwegs sein werden, weil fossile Energien im Strommix noch eine große Rolle spielen.

Da in Zukunft klimaverträgliche flüssige Kraftstoffe für eine Reihe von Anwendungen benötigt werden, sollte der Staat aus unserer Sicht die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich unterstützen. Auch Kooperationen mit Ländern, in denen es gute Bedingungen für erneuerbare Energien gibt, sind wichtig. Die globalen Kapazitäten von erneuerbaren Energien werden zwar weiter ausgebaut. Angesichts der weiter steigenden Stromnachfrage sind wir aber noch weit davon entfernt, dauerhaft über einen Überschuss an erneuerbarem Strom zu verfügen. E-Fuels werden sich daher wegen hoher Kosten und knapper Verfügbarkeit wohl nur dort durchsetzen, wo eine direkte Elektrifizierung unmöglich ist.

Schlussbemerkung

Viele Argumente, die für den Einsatz von grünem Wasserstoff in der Energiewende vorgebracht werden, gelten auch für den Einsatz von E-Fuels in ausgewählten Bereichen. Wer also grünen Wasserstoff befürwortet, sollte E-Fuels nicht pauschal ablehnen. Angesichts der Risiken des Klimawandels ist es wenig ratsam, von politischer Seite Optionen auszuschließen, die einen Beitrag zur Lösung des Problems leisten können.

Eric Heymann (+49 69 910-31730, eric.heyman@db.com)
Julius Schumann

© Copyright 2023. Deutsche Bank AG, Deutsche Bank Research, 60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.

In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis zur Erbringung von Bankgeschäften und Finanzdienstleistungen verfügt und unter der Aufsicht der Europäischen Zentralbank (EZB) und der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) steht. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Filiale London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die von der UK Prudential Regulation Authority (PRA) zugelassen wurde und der eingeschränkten Aufsicht der Financial Conduct Authority (FCA) (unter der Nummer 150018) sowie der PRA unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Inc. genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen.